

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

ACCION DEL GLIFOSATO SOBRE LAS ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS EN  
DOS FASES DE CRECIMIENTO DEL COYOLILLO (Cyperus rotundus L.)

AUTOR : MARINA CECILIA GARCIA URIARTE  
ASESOR : WILLIAM GAMBOA M.

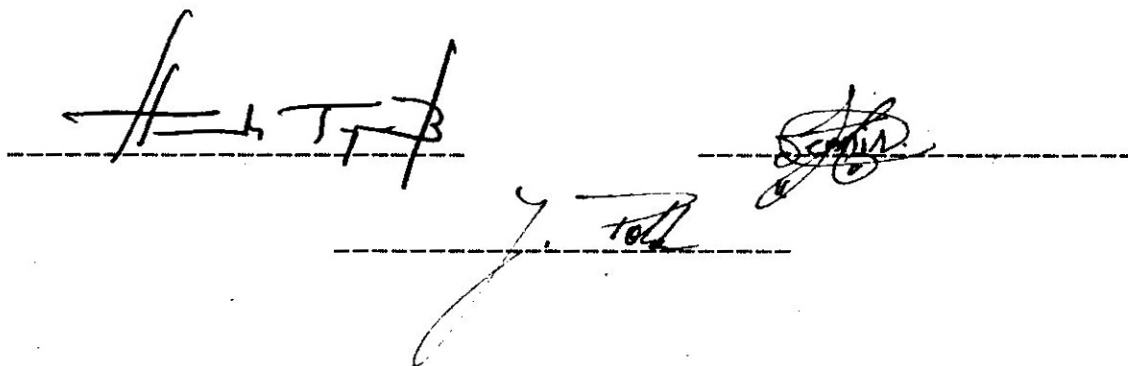
MANAGUA, ABRIL 1989

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

POR  
MARINA CECILIA GARCIA URIARTE

PRESENTADO A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMI-  
NADOR COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE  
INGENIERO AGRONOMO

TRIBUNAL EXAMINADOR



The image shows three handwritten signatures, each on a horizontal line. The signature on the left is written on a dashed line. The signature in the middle is written on a solid line. The signature on the right is written on a dashed line.

MANAGUA, ABRIL 1989

## DEDICATORIA

A mis padres : Alonso García H.  
Lilliam Uriarte A.  
por su apoyo.

A mi esposo : William Gamboa M.  
por su ejemplo de trabajo.

A mis hijas : Gabriela y Alejandra  
con todo mi amor.

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a mi asesor Ing. William Gamboa M. por su orientación y estímulo sin el cual no hubiera sido posible la realización del presente trabajo.

Al Ing. Agr. MSc. Erick Castellón, por su colaboración.

A la Escuela de Producción Vegetal del ISCA bajo la cual se ejecutó este trabajo.

A todas aquellas personas que de manera directa o indirecta aportaron su ayuda en la finalización de este trabajo.



## INDICE

Sección	Página
Lista de Cuadros	i
Lista de Figuras	ii
Resumen	iii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Descripción del experimento	4
2.2 Efecto del glifosato sobre el crecimiento de estructuras subterráneas de <u>C. rotundus</u>	8
2.3 Efecto del tiempo de traslocación	8
III. RESULTADOS Y DISCUSION	10
3.1 Efecto del glifosato sobre tubérculos madre dañados en dos edades de la planta	10
3.1.1. Efecto sobre la edad de la planta	11
3.1.2. Efecto de traslocación	15
3.1.3. Efecto de dosis	17
3.2 Efecto del glifosato sobre bulbos basales	21
3.2.1 Bulbo basal madre	22
3.2.2 Bulbo basal	25
3.3 Tubérculos y bulbos basales intactos	29
3.3.1 Tubérculos intactos	29
3.3.2 Bulbos basales intactos	32
3.4 Efecto del glifosato sobre la brotación de tubérculos madre de 15 días de crecimiento	34

Sección	Página
IV. CONCLUSIONES	40
V. RECOMENDACIONES	42
VI. LITERATURA CITADA	43

## LISTA DE CUADROS

### CUADRO

### PAGINA

- 1     Dinámica de crecimiento del C. rotundus  
a los 15 y 35 días de edad. 12
- 2     Contrastes entre tratamientos para el número  
de tubérculos de C. rotundus dañados  
procedentes de plantas de 15 y 35 días, con  
aplicación de tres dosis de glifosato y tres  
tiempos de traslocación. 13
- 3     Contrastes entre tratamientos para el número  
de bulbos basales madre de C. rotundus  
dañados, procedentes de plantas de 35 días  
con aplicación de tres dosis de glifosato y  
tres tiempos de traslocación. 23
- 4     Resultados de ANDEVA y separación de medias  
de los tratamientos, dosis y tiempo de  
traslocación del porcentaje de bulbos basales  
en plantas de C. rotundus de 35 días de  
edad. 28
- 5     Contrastes entre tratamientos para el número  
de tubérculos madre de C. rotundus brotados,  
procedentes de plantas de 15 días con aplicación  
de dos dosis de glifosato y tres tiempos de  
traslocación. 36

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Datos de temperatura y precipitación que prevalecieron durante el desarrollo del experimento (según Walter y Lieth, 1960).	5
2. Tratamientos utilizados en el estudio de dosis y tiempos de traslocación del glifosato en dos edades del <u>C. rotundus</u>	7
3. Desarrollo de las fases fenológicas del <u>C. rotundus</u> a los 15 y 35 días de crecimiento.	12
4. Efecto del tiempo de traslocación del Glifosato en el porcentaje de tubérculos dañados en dos edades de <u>C. rotundus</u> .	16
5. Efecto de la dosis de Glifosato y lapsos de traslocación en el porcentaje de tubérculos dañados en dos fases de crecimiento de <u>C. rotundus</u> .	19
6. Efecto del tiempo de traslocación del Glifosato en el porcentaje de bulbos basales madre dañados del <u>C. rotundus</u> .	24
7. Efecto de dosis y tiempo de traslocación del glifosato en el porcentaje de daño de bulbos basales ma-	

dre de <u>C. rotundus</u>	24
8. Efecto del tiempo de traslocación del glifosato en en el porcentaje de bulbos basales dañados de <u>C. rotundus</u> .	27
9. Efecto de la interacción dosis vrs traslocación en el porcentaje de bulbos basales dañados de <u>C. rotun-</u> <u>us</u> .	27
10. Brotación de tubérculos madre en plantas de 15 y 35 días de crecimiento y de bulbos basales de <u>C. ro-</u> <u>tundus</u> sin tratar con glifosato durante tres mues- treo cada 15 días.	30
11. Efecto de dosis y tiempo de traslocación del glifosato sobre tubérculos de 15 y 35 días y de bulbos basales intactos de <u>C. rotundus</u> .	33
12. Efecto de dosis de glifosato y tiempos de trasloc cación sobre la brotación de tubérculos madre de <u>C.</u> <u>rotundus</u> .	35

## RESUMEN

Dos experimentos se realizaron en el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, durante los meses de marzo a julio de 1988, con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes dosis y tiempos de traslocación del glifosato sobre las estructuras subterráneas en dos fases de crecimiento C. rotundus. En ambos estudios, se plantaron tubérculos de coyolillo en bolsas de polietileno, conteniendo suelo franco-arenoso. El experimento I, se realizó la aplicación del glifosato en dosis de 1.5, 3.0 y 4.5 kg. i.a/ha, cuando las plantas alcanzaron 15 y 35 días de crecimiento, y en el experimento II, se aplicó 0.35 y 0.75 kg. i.a del herbicida cuando la planta tenía 15 días. En cada fecha la parte aérea se cortó a las 48, 72 y 96 horas después de aplicado el herbicida, para determinar el tiempo que requiere el producto para trasladarse a las estructuras subterráneas. Posteriormente los tubérculos madres y bulbos basales de la cadena se sembraron y se observaron por 60 y 45 días para el experimento I y II respectivamente. En el primer experimento se encontró que dosis de 1.5 y 3.0 kg. i.a/ha y tiempo de traslocación de 72 horas, provocaron más daño en el tubérculo madre en plantas de 15 días de crecimiento. Dosis de 1.5 kg. i.a/ha y 72 horas de traslocación produjo el mayor porcentaje de bulbos basales madre dañados y 3.0 kg. i.a/ha y 96 horas de exposición en el follaje redujo a los bulbos basales. Se

determinó que el bulbo basal puede jugar un papel importante en la acumulación y traslocación del glifosato hacia las estructuras subterráneas. Hubo un incremento de tubérculo madre intactos con dosis de 1.5 kg. i.a/ha y tiempos de traslocación de 48 horas. En el segundo experimento se estableció, que dosis de 0.35 y 0.75 kg. i.a/ha de glifosato y tiempo de traslocación de 48 horas incrementaron el porcentaje de tubérculos brotados en plantas de 15 días de crecimiento.

## I. INTRODUCCION

El coyolillo C. rotundus, es una maleza que se caracteriza por su alto grado de abundancia e importancia económica en zonas tropicales y sub tropicales. Generalmente esta asociada con una gran diversidad de cultivos (maíz, sorgo, soya, frijol, hortalizas), donde se aprovecha de ciertas prácticas agronómicas, como labranza y el uso de herbicidas que disminuyen la diversidad de la cenosis, volviéndola más abundante.

Lo anterior nos indica, que es una especie altamente evolucionada para prosperar en sistemas agrícolas intensivas del trópico, donde ha desarrollado su habilidad competitiva (De la Cruz y Merayo, 1988).

En Nicaragua, la II Región, se caracteriza por los agrosistemas altamente perturbados por la labranza y uso irracional de herbicidas. Provocando grandes infestaciones de C. rotundus, en las áreas agrícolas, que han obligado en muchos casos a los agricultores a abandonarlas, por el alto costo que representa su control. El Valle de Sébaco, zona agrícola de gran importancia económica para el país en la producción de hortalizas, se encontró en el cultivo de tomate, con laboreo convencional y uso de herbicidas una abundancia de C. rotundus de 203/m<sup>2</sup>, 20 días después de establecido el cultivo. (Gamboa y Pohlan, 1988).



Los controles mecánicos y manuales, son parcialmente aceptables en reducir la competencia de coyolillo. Medidas efectivas de control químico se han venido realizando por muchos años, Doll y Piedrahita (1981). Muchos de estos productos reducen temporalmente el crecimiento de C. rotundus antes de que el cultivo provoque sombreo. Pero lo difícil es la erradicación de los tubérculos, debido a su resistencia a herbicidas en su complejo sistema subterráneo y principalmente los tubérculos en latencia que escapan a la acción de los herbicidas. Leihner et al (1982).

Por esta razón es importante que los herbicidas sean transportados a los meristemas de los rizomas y tubérculos mas distantes, según Holl et al (1976). Además, es necesario tomar en cuenta la edad de la planta, para considerar el estado de desarrollo de tubérculos y bulbos basales, ya que de esto depende que los herbicidas traslocados tengan una mayor efectividad sobre estos.

El glifosato es un herbicida poco tóxico (DL50 4320 mg/kg), de fácil degradación, Soto (1976). Es un producto que se mueve hacia las áreas de mayor actividad metabólica (Zandstra y Nishimoto, 1977), de uso post-emergente, sistémico de fácil absorción, rápida traslocación acrópeta y basípeta (Solís, 1977) inclusive a las estructuras de propagación vegetativa donde inhibe el crecimiento de tubérculos y bulbos destruyendo el tejido (Soto, 1976) y Leihner et al

(1982).

Nuestro estudio fue diseñado para determinar el efecto del glifosato sobre el crecimiento de las estructuras subterráneas tratadas. Para lo cual se consideraron los siguientes objetivos.

1. Efecto de diferentes dosis de glifosato sobre la habilidad de crecimiento de tubérculos y bulbos basales.
2. El tiempo necesario que requiere el producto para traslocarse a los tubérculos y bulbos basales.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Los estudios se realizaron en campos experimentales del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, ubicado en el km, 12 Carretera Norte, Departamento de Managua, localizado a 86° 11' longitud oeste y 12° 08' latitud norte y a una altura de 56 m.s.n.m. Las condiciones climatológicas que prevalecieron durante el experimento se observan en la figura 1.

El primer experimento se sembró el 10 de marzo y el segundo el 4 de mayo de 1988. Para ambos experimentos, se obtuvieron tubérculos de C. rotundus de tamaño homogéneo y sanos, provenientes de un lote del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro de 72 cm<sup>2</sup> de área, con una profundidad de 25 cm, se colocó suelo con textura franco arenosa (Pn 6,4 y 5.30 % materia orgánica) libre de las estructura propagativas del C. rotundus.

Se plantó un tubérculo por bolsa de polietileno y se dejó crecer 15 y 35 días, tiempo durante el cual se le suministró agua cuando fue necesario. En el establecimiento de ambos experimentos, se utilizó un diseño completamente aleatorio con ocho repeticiones. Los factores evaluados durante el primer experimento fueron : dos edades de la

MANAGUA 1988 27.06 °C 1616 m.m  
(56 mm)

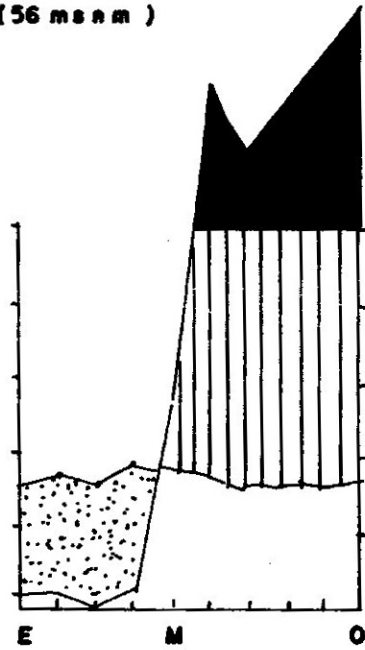


FIGURA: 1- DATOS CLIMATOLÓGICOS QUE PREVALECIERON  
DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO,  
( SEGUN WALTER Y LIETH, 1960 ).

planta (15 y 35 días), tres dosis (1.5, 3.0 y 4.5 kg. i.a/ha) de glifosato y tres tiempos de traslocación (48, 72 y 96 horas). En el segundo experimento, se utilizó 0.35 y 0.75 Kgi.a/ha, de glifosato y tiempos de traslocación similares al anterior, en plantas de 15 días. En ambos estudios se colocaron testigos absolutos por edad de la planta. Los tratamientos se obtuvieron de la combinación de los factores, los cuales se apresian en la figura 2.

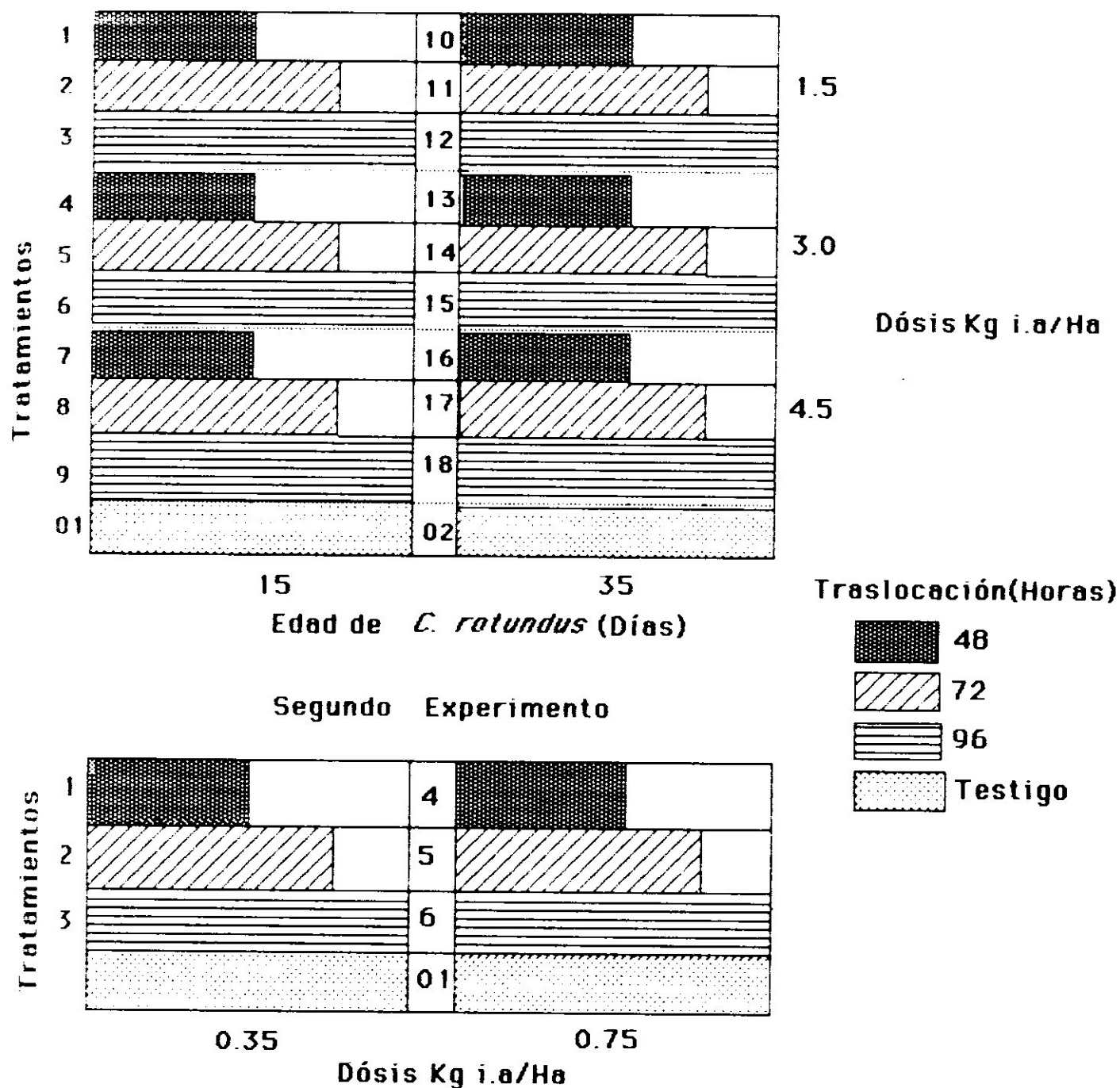
Los parámetros evaluados para determinar los efectos de los tratamientos fueron:

- Número de tubérculos y bulbos basales madre dañados e intactos.
- Número de bulbos basales dañados e intactos.
- Número de tubérculos madre brotados.

Se consideraron tubérculos y bulbos basales dañados cuando estaban necrosados y a los intactos, completamente sanos.

De las variables citadas, se efectuó solamente el análisis estadístico para tubérculos madre dañados, brotados y bulbos basales dañados.

El análisis estadístico para tubérculos y bulbos basales madre (datos no paramétricos), se realizó mediante contrastes entre tratamientos, utilizando la transformación logística modificada, según Cox (1979). Para bulbos basales se efectuó el análisis de



**Figura 2. Tratamientos utilizados en el estudio de dosis y tiempo de traslocación del glifosato en dos etapas de crecimiento del *C. rotundus*.**

ANDEVA y separación medias, utilizando la prueba de rango múltiple de DUNCAN. Este parámetro fue expresado en porcentaje del total de bulbos basales producidos en plantas de 35 días de crecimiento y transformados a arcoseno porcentaje. El testigo no se incluyó en el análisis estadístico.

## 2.2 EFECTO DEL GLIFOSATO SOBRE EL CRECIMIENTO DE ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS DE C. ROTUNDUS.

La aplicación de las dosis de Glifosato se realizó para el primer experimento cuando la planta tenía un promedio de 5 hojas (15 d.d.s.) y la segunda aplicación al momento de la floración (35 d.d.s.).

En el segundo experimento se aplicó Glifosato solamente a plantas de C. rotundus con 15 días de crecimiento. En cada fecha de estudio se anotaron: número de hojas, altura de la planta de C. rotundus. La aplicación del herbicida se realizó con bomba de mochila, con boquilla de abanico y se utilizaron 300 l/ha. de solución final.

## 2.3 EFECTO DEL TIEMPO DE TRASLOCACION

Con el propósito de estudiar el tiempo requerido por el glifosato para trasladarse al tubérculo y bulbos basales, se cortó la parte aérea de las plantas de C. rotundus a las 48, 72 y 96 horas de la aplicación del herbicida, y se extrajeron intactos los rizomas, tubérculos y bulbos basales. En este momento se hizo un recuento de bulbos

basales y longitud de rizomas.

Una vez separados los tubérculos, bulbo basal madre y bulbos basales de la cadena se lavaron con abundante agua y se sembraron en bolsas de polietileno iguales a las citados anteriormente, conteniendo el mismo suelo, sin herbicidas. A los 60 días se evaluaron los tubérculos y bulbos basales dañados e intactos (Experimento 1). Durante 45 días cada 15 días se hicieron recuentos en tubérculos brotados (Experimento 2). La misma metodología descrita fue aplicada a plantas de C. rotundus que no fueron tratados con glifosato. En esta fase del estudio se aplicó riego cuando fué necesario.



### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 EFECTO DEL GLIFOSATO SOBRE TUBERCULOS MADRE DAÑADOS EN DOS EDADES DE LA PLANTA DE C. rotundus.

Cualquier programa de manejo de C. rotundus, debe considerar su fisiología y morfología según edad de la planta, y las condiciones ambientales donde se desarrolla, principalmente si se usan herbicidas sistémicos que favorezcan su capacidad de penetración, como de traslocación a los tubérculos y bulbos basales formados en la cadena.

Weever (1981), informa que la cutícula constituye una barrera importante contra la absorción del herbicida. La cual cambia de grosor según la edad de la planta. Holl et al (1976), reporta que la capa superior de la hoja de C. rotundus posee una cutícula cerosa desprovista de estomas. Sin embargo; el envés está compuesto por células pequeñas y finamente cutisadas con varias filas paralelas de estomas (Holl y colaboradores, 1976) y (Arias, 1977). Lo que significa, según Wills y Briscoe (1977), que los herbicidas deben penetrar por la capa cerosa superior, los estomas o las células finamente cutisadas de la cara inferior.

Entonces, es posible que la penetración a través de la capa cerosa se deba a un intercambio entre los iones negativos del glifosato con los iones del ácido graso. Por otro lado, probablemente el glifosato afecta la permea-

bilidad de la membrana (Chacón, 1978), provocando seguramente una alteración del potencial osmótico, facilitando de esta manera, la penetración del herbicida.

### 3.1.1.EFECTO SOBRE LA EDAD DE LA PLANTA.

En este experimento, no se tuvo evidencia de formación de tubérculos en la cadena a los 35 días de crecimiento del *C. rotundus*, resultados similares obtuvieron Gamboa y Vandermeer (1987), ya que la diferencia fundamental según (Holl et al, 1976), en la actividad reproductiva del tubérculo y el bulbo basal radica en que este último se diferencia en nuevos brotes ( figura 3) y el tubérculo permanece temporalmente latente.

En el Cuadro 2, se presenta el análisis estadístico para el efecto de dosis, traslocación y edad de la planta para tubérculos madres dañados. En el mismo observamos que únicamente la edad de la planta mostró diferencias significativas. Los tubérculos procedentes de plantas de 15 días de crecimiento mostraron un 70% de tubérculos dañados, mientras que las plantas de 35 días el 36%.

En ambas fases de crecimiento de la planta de coyolillo, el tubérculo madre se encuentra en momentos críticos, debido a que presenta pocas reservas de almidón, lo que posibilita un mejor control con herbicidas de traslocación, según Gamboa (1987). Sin embargo; las diferencias morfológi-

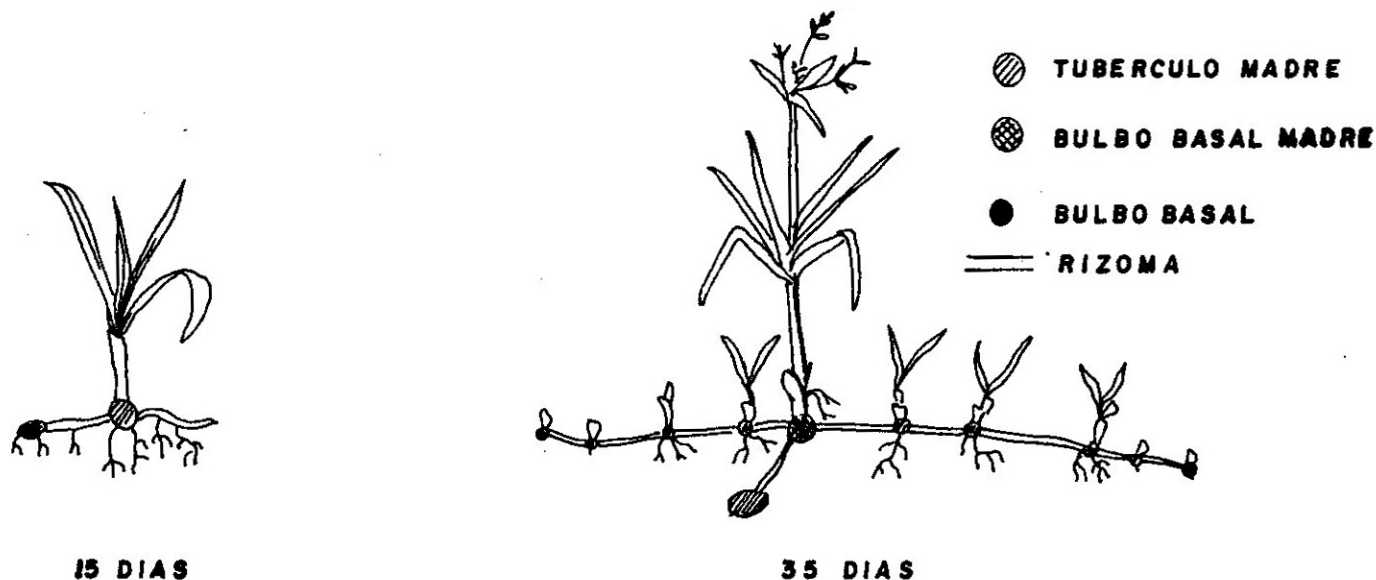


FIGURA :3 DESARROLLO DE LAS FASES FENOLOGICAS DEL Crotundus  
A LOS 15 y 35 DIAS DE CRECIMIENTO.

CUADRO :1. DINAMICA DE CRECIMIENTO DEL Crotundus A LOS 15 y 35 DIAS  
DE EDAD.

VARIABLE	EDAD DE LA PLANTA	
	15 DIAS	35 DIAS
ALTURA PLANTA MADRE (cm)	12.5	23
NUMERO DE HOJAS PLANTA MADRE	5	10
NUMERO DE RIZOMAS	1	7
LONGITUD DE RIZOMAS (cm)	2.5	4.65
NUMERO DE BROTES	—	3
ALTURA DE BROTES (cm)	—	9
NUMERO DE HOJAS DE BROTES	—	5
NUMERO DE BULBOS BASALES	1	8

cas que presenta el coyolillo a los 15 y 35 días, puede ser la razón principal de un mayor porcentaje de tubérculos dañados a los 15 días. (Figura 3).

CUADRO 2. CONTRASTES ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL NUMERO DE TUBERCULOS DE C. ROTUNDUS DAÑADOS PROCEDENTES DE PLANTAS DE 15 Y 35 DIAS, CON APLICACION DE TRES DOSIS DE GLIFOSATO Y TRES TIEMPOS DE TRASLOCACION.

FUENTE DE VARIACION	VALOR DE Z CALCULADO 1/
Dosis Lineal (DL)	0.70
Dosis Cuadrática (DC)	0.37
Traslocación Lineal (TL)	0.18
Traslocación Cuadrática (TC)	0.29
Edad de la planta lineal (EP)	2.03 *
DL x TL	0.36
DL x TC	0.09
DL x EP	0.27
DC x TL	0.15
DC x TC	0.59
DC x EP	1.00
TL x EP	1.45
TC x EP	0.85

\* Significancia estadística a la  $P < 0.05$ , según prueba de Z.  
1/ Datos con transformación logística modificada.

Si analizamos la Figura 3, observamos que el C. rotundus a los 15 días las plantas no han diferenciado morfológicamente el bulbo basal madre que si se encuentra formado a los 35 días; siendo esta una estructura de gran actividad metabólica, con células meristemáticas y zonas donde la síntesis de proteínas es elevada y son el sitio primario de acción del herbicida. Esto se puede relacionar con lo que indican Anthon y Crats (1981), quienes encontraron que el glifosato inhibe la biosíntesis de aminoácidos

aromáticos.

De tal forma, que el bulbo basal madre posiblemente acumula una mayor cantidad de glifosato, translocando una menor proporción del producto al tubérculo madre, provocándole un menor daño. Además Gamboa (1987), informa que las sustancias almacenadas por el tubérculo madre a los 35 días son utilizadas para el crecimiento de rizomas y bulbos basales, lo que significa que seguramente parte del herbicida que llegó al tubérculo, se movió junto a estas sustancias hacia las nuevas estructuras que se están formando en la cadena. Coincidiendo, con lo que informa Zandstra y Nishimoto (1977), que el glifosato se mueve de tubérculos maduros, hacia las nuevas estructuras de la cadena.

En plantas de 15 días, la absorción y subsecuente penetración y acumulación del glifosato en el tubérculo fue mayor. Esto se explica con lo que reporta Gamboa (1987), que el tubérculo madre a los 15 días, está debilitado, porque ha entregado parte de su energía al crecimiento del follaje, raíces e inicio de la cadena, posteriormente a esta fecha el tubérculo madre empieza a almacenar almidones a través de las sustancias asimiladas por la fotosíntesis. Es posible que el glifosato se mueva junto con los productos fotosintéticos como reportan Pulver y Romero (1976), acumulando de esta manera cantidades suficientes

en el tubérculo madre, provocando un mayor porcentaje de tubérculos destruidos.

### 3.1.2. EFECTO DE LA TRANSLOCACION

En la Figura 4 , se observa que en ambas edades de crecimiento de C. rotundus presenta un efecto lineal positivo, de acuerdo al cual conforme aumenta el tiempo de traslocación se incrementa el porcentaje de tubérculos dañados. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Solís (1978), utilizando diferentes edades de crecimiento de C. rotundus.

En plantas de coyolillo de 15 días, se encontró un porcentaje más elevado de tubérculos dañados que en plantas de 35 días de crecimiento por efecto de traslocación (Figura 4). Las disminuciones de tubérculos dañados a los 35 días con respecto a las de 15 días fueron de: 34% cuando se dejó traslocar el herbicida por 48 horas en la planta, 55,4% y 54.2%, cuando el tiempo de traslocación fue de 72 y 96 horas, respectivamente.

Estos resultados indican que la traslocación del glifosato disminuye conforme adquiere la planta más edad. Los resultados anteriores concuerdan con los obtenidos por Pulver y Romero (1976), quienes encontraron que se necesitó mas tiempo para la penetración foliar en plantas maduras o en floración. Además en la (Figura 4) se aprecia, que en ambas fases

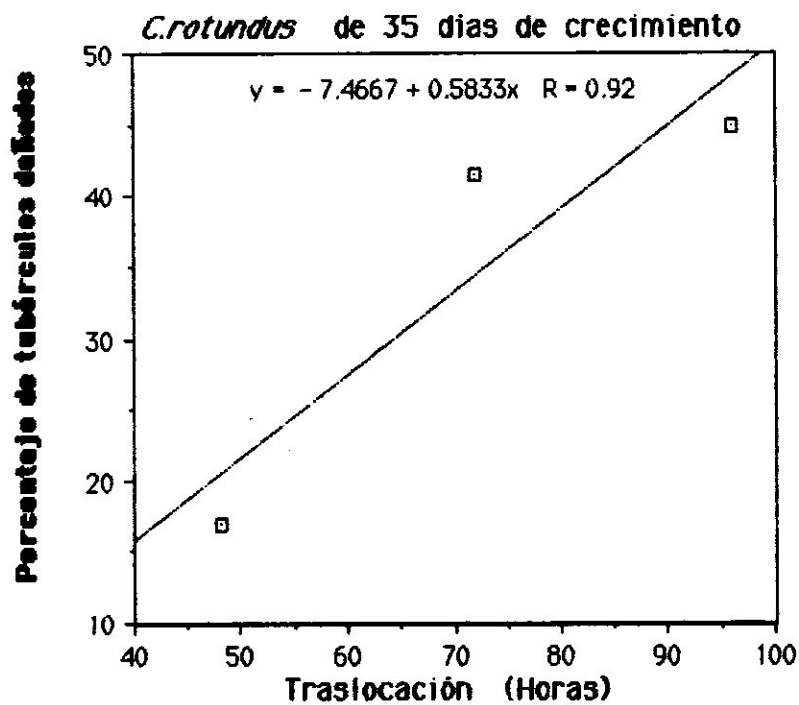
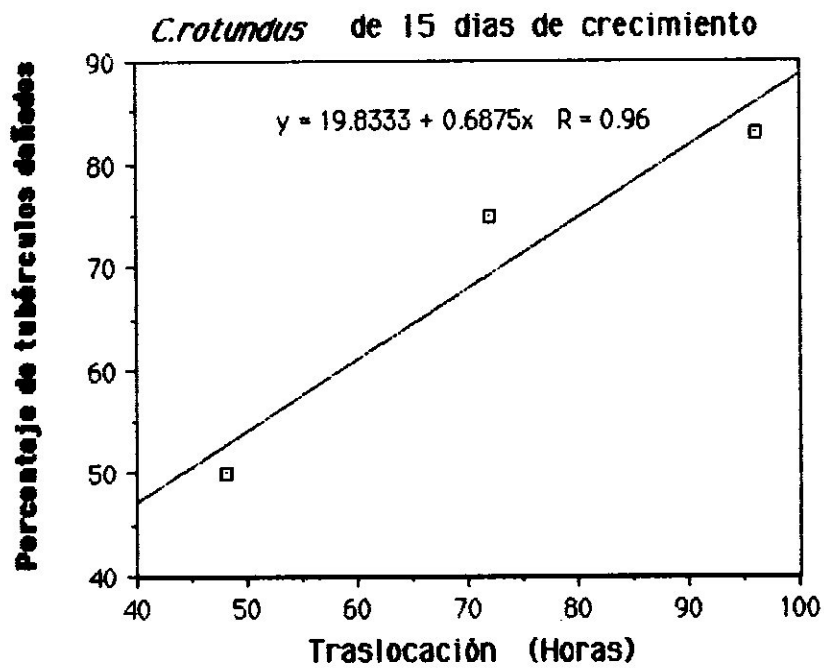


Figura 4. Efecto del tiempo de traslocación del glifosato en el porcentaje de tubérculos dañados en dos edades de *Crotundus*.

de crecimiento del *C. rotundus*, se encontró un mayor porcentaje de tubérculos dañados, cuando se dejó traslocar el herbicida por 96 horas. De lo que se deduce, que ese tiempo de exposición del herbicida es suficiente para llegar a los sitios de mayor actividad metabólica provocando sus efectos más dañinos, lo que coincide con lo mencionado por Zandrastra y Nishimoto (1977)

En plantas de coyolillo de 15 días, la cutícula que presenta es delgada y una fase activa de crecimiento, lo que implica una mayor actividad metabólica, posibilitando seguramente un eficiente transporte del producto hacia los tubérculos. Por otro lado, las plantas de 35 días de crecimiento han alcanzado mayor madurez, teniendo una cutícula más gruesa y menos hidratada, lo que provocó seguramente una menor absorción del glifosato. Además como se mencionó anteriormente en esta fase, tiene formado el bulbo basal madre que pudo disminuir la traslocación del herbicida hacia el tubérculo madre.

### 3.1.3 EFECTO DE DOSIS

Cuando analizamos el factor dosis por separado nos indica que en plantas de 15 días con dosis de 4,5 kg i.a/ha de glifosato, causó el mayor porcentaje (75%) de tubérculos dañados, que las dosis de 1,5 y 3,0 kg i.a/ha.

En plantas de 35 días se encontró que dosis de 3.0



kg i.a/ha, son suficientes para provocar un mayor daño (37.5%) de los tubérculos madres y dosis superiores no incrementan el efecto. Esto se debe a que las dosis, hasta ciertos niveles inciden sobre la cantidad de productos traslocados, (Solís, 1977). Lo que hace que el herbicida actúe de forma adecuada a esa dosis y en plantas de 35 días de crecimiento.

En la Figura 5, se ilustra el comportamiento de dosis de glifosato, respecto a los intervalos de tiempo de traslocación en plantas de 15 y 35 días de C. rotundus. como se observa en esa figura, el porcentaje de tubérculos dañados presenta un marco cuantitativo semejante para ambas edades de la planta. Las dosis de glifosato de 1.5 y 3.0 kg i.a/ha tuvieron un comportamiento creciente conforme se dejó traslocar mas tiempo el herbicida en el follaje. Por otro lado, con dosis de 4,5 kg i. a/ha los tubérculos destruidos tienen una tendencia ascendente hasta las 72 horas, disminuyendo hacia las 96 horas la traslocación del glifosato. Además de la Figura 5 se deduce que para ambas fases de crecimiento del coyolillo, la dosis de 4,5 kg i.a/ha, requiere 72 horas para lograr el máximo efecto de daño en tubérculos madre, mientras que la dosis de 1,5 y 3,0 kg i.a/ha para obtener resultados similares requiere 96 horas de exposición del herbicida.

De los resultados obtenidos se desprende, que con

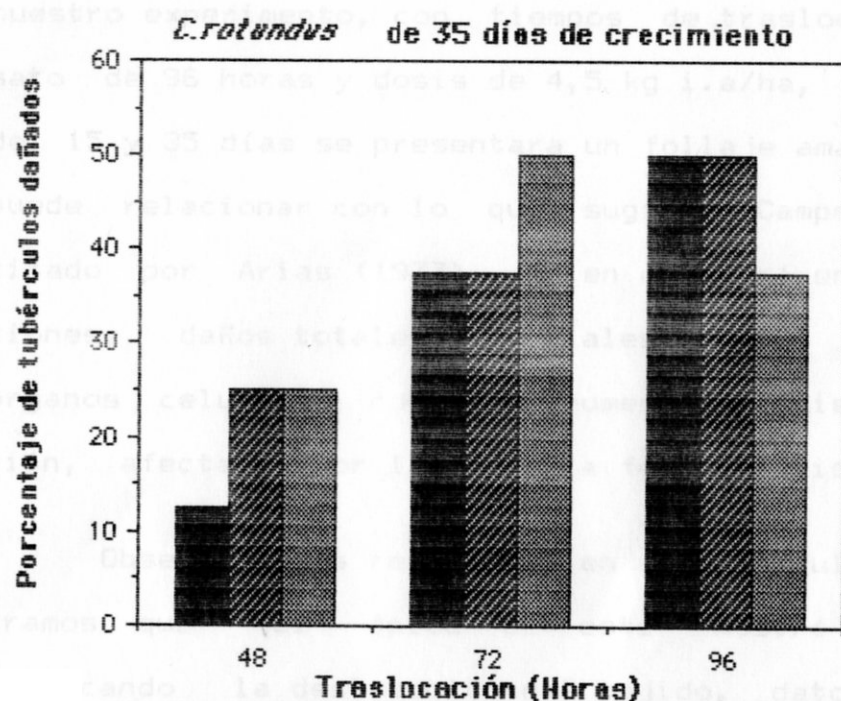
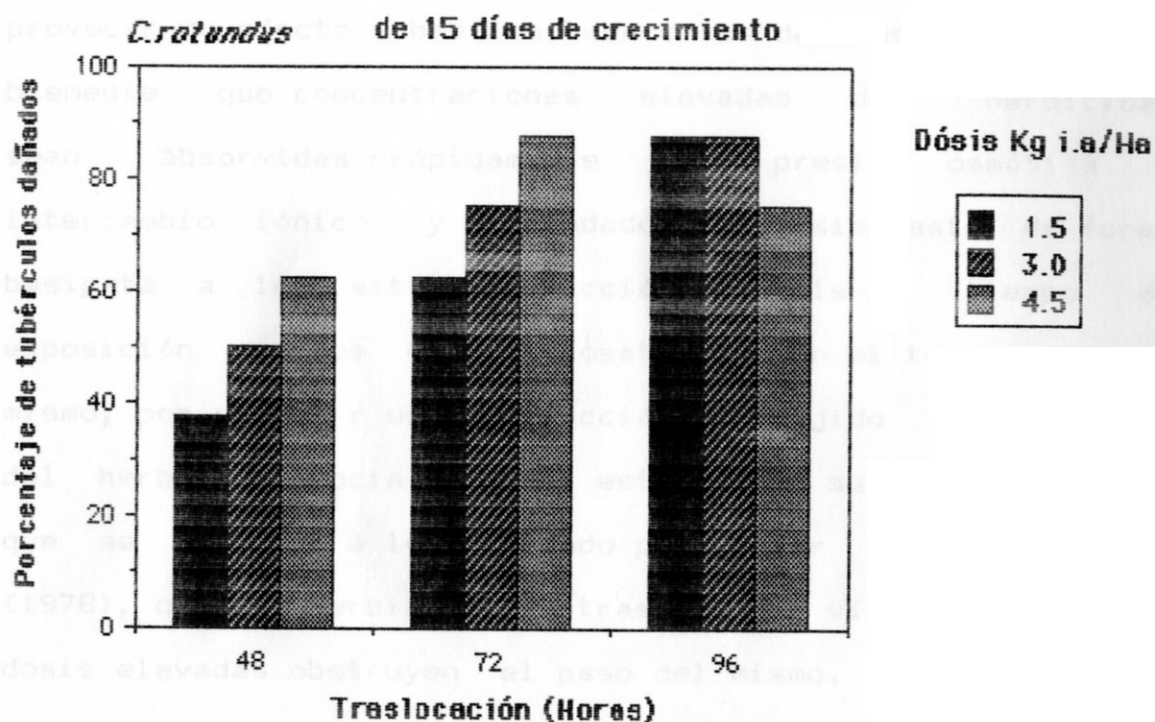


Figura 5. Efecto de la dosis de glifosato y lapsos de traslación en el porcentaje de tubérculos dañados en dos fases de crecimiento de *C. rotundus*.

dosis mayores se requiere menos tiempo de traslocación para provocar un efecto sobre los tubérculos dañados, debido posiblemente que concentraciones elevadas del herbicida, sean absorbidas rápidamente por presión osmótica o intercambio iónico y trasladados vía simplasto de forma basípeta a los sitios de acción. Dosis y tiempo de exposición mayores del glifosato reducen el transporte del mismo, por producir una destrucción del tejido y el paso del herbicida hacia las estructuras subterráneas. lo que se asemeja a lo informado por Weever (1982) y Solís (1978), que los herbicidas de traslocación vía simplasto, con dosis elevadas obstruyen el paso del mismo.

Posiblemente esta haya sido la razón por la cual en nuestro experimento, con tiempos de traslocación del glifosato de 96 horas y dosis de 4,5 kg i.a/ha, tanto en plantas de 15 y 35 días se presentara un follaje amarillo. Esto se puede relacionar con lo que sugiere Campell et al (1976) citado por Arias (1977), quien encontró en sus investigaciones, daños totales o parciales en los cloroplastos y órganos celulares conforme aumentó el tiempo de traslocación, afectando por lo tanto la fotosíntesis.

Observaciones realizadas en el tubérculo madre, encontramos que el ápice de este mostró una necrosis provocando la destrucción del tejido, datos similares reportan Arias (1977) y Chacón (1978). De lo que se deduce, que

este daño esta en función de la dosis y tiempo de traslocación, y en nuestro estudio se manifestó en mayor porcentaje con dosis de 1.5 y 3.0 kg. i.a/ha y 96 horas de exposición del herbicida y 72 horas para dosis de 4.5 kg. i.a/ha.

Los resultados obtenidos para el tubérculo madre de plantas de *C. rotundus* de 15 y 35 días de crecimiento, indican que dosis de 1,5 kg i.a/ha de glifosato son suficientes para no permitir la brotación de los tubérculos por 60 días. Estas observaciones son apoyadas por los resultados obtenidos por Pedroza (1989) quién en su experimento de prueba de variedades de tomate, en campos infectados de *C. rotundus*, mantuvo el campo libre de estas malezas por 60 días cuando aplicó glifosato en dosis de 1.5 kg. i.a/ha, en plantas de coyolillo de 15 días de crecimiento.

### 3.2 EFECTO DEL GLISOFATO SOBRE BULBOS BASALES

En el presente estudio vamos a designar al bulbo basal madre a la protuberancia que se diferencia morfológicamente, entre el tubérculo madre y la superficie del suelo. Bulbos basales aquellas estructuras que se han formado en la cadena, y que producen brotes (Figura 3).

En el presente trabajo, encontramos que a los 35 días después de plantado el tubérculo madre, se habían formado

8 bulbos basales y 5 brotes, (Cuadro 1).

### 3.2.1 BULBO BASAL MADRE

El porcentaje de bulbos basales madre dañados se incrementa hasta las 72 horas de exposición del glifosato, tiempos de traslocación de 96 horas producen una disminución de 4.35% con respecto a las 72 horas (Figura 6). Lo que significa que 72 horas del herbicida en el follaje son suficientes para actuar sobre estas estructuras.

Con las dosis de glifosato, encontramos que 1.5, 3.0 y 4.5 kg i.a provocaron el 87.5, 79.16 y 91.66% de bulbos basales madre dañados respectivamente. Sin embargo, el análisis estadístico (Cuadro 3) indica que no hubo diferencias significativas para la dosis y tiempos de traslocación.

Cuando analizamos la combinación de dosis y tiempo de traslocación (Figura 7) observamos que con tiempos de exposición de 72 horas y dosis de 1.5 y 3.0 kg i.a/ha, son suficientes para provocar el mayor porcentaje de bulbos basales madre dañados, mientras que dosis de 4,5 kg i.a/ha, requieren de 72 horas para alcanzar el mayor porcentaje de daño de estas estructuras.

Los resultados anteriores indican que lapsos de exposición mayores a 72 horas y dosis superiores a 3.0 kg i.a/ha

disminuyen el daño de los bulbos basales madre. Sin embargo; entre dosis de 1.5 y 3.0 kg i.a/ha y 72 horas de exposición del producto no existen diferencias según se desprende de la Figura 7. Además, estos resultados apoyan lo expuesto anteriormente en el análisis de tubérculos dañados, que exposiciones prolongadas y dosis elevadas de glifosato, disminuyen el transporte hacia estas estructuras, por el daño provocado en los tejidos conductores de la planta.

CUADRO 3. CONTRASTES ENTRE TRATAMIENTO PARA EL NUMERO DE BULBOS BASALES MADRE DEL C. ROTUNDUS DAÑADOS, PROCEDENTES DE PLANTAS DE 35 DIAS CON APLICACION DE TRES DOSIS DE GLISOFATO Y TRES TIEMPOS DE TRASLOCACION.

FUENTE DE VARIACION	VALOR DE Z CALCULADO 1/
Dosis Lineal (DL)	0.08
Dosis Cuadrática (DC)	0.05
Traslocación Lineal (TL)	1.15
Traslocación Cuadrática (TC)	0.59
DL X TL	0.12
DL X TC	0.06
DC X TL	1.05
DC X TC	0.03

1/ Datos con transformación logística modificada.

El mayor porcentaje de bulbos madres dañados puede estar relacionado con el crecimiento de la planta madre de coyolillo, la cual a los 35 días está en floración (Figura 3), presentando poco crecimiento vegetativo. Durante este período ocurre un mayor transporte de azúcares hacia el bulbo basal madre, es posible que el herbicida se mueva de forma basípeta con estas sustancias hacia este órgano de almacena-

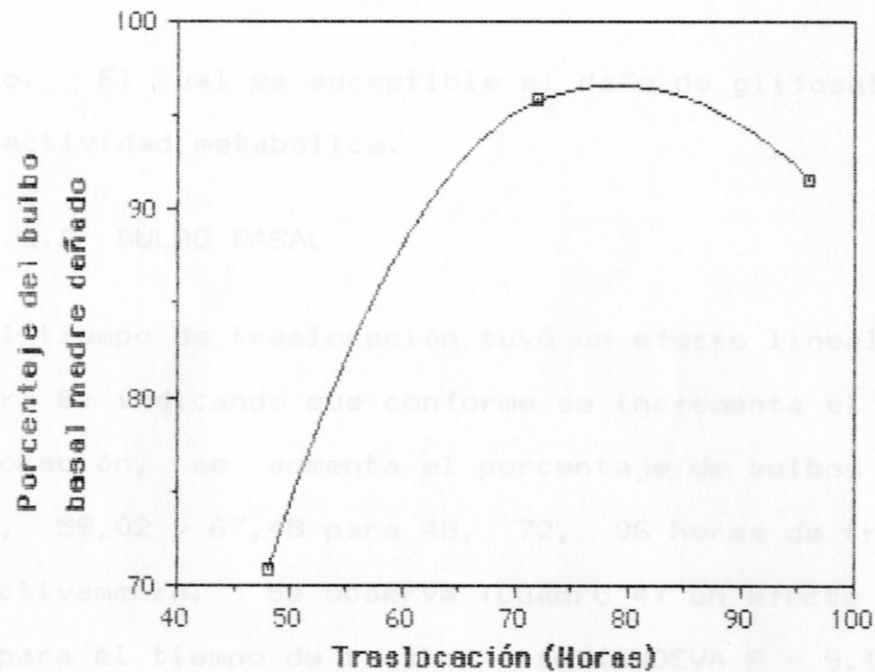


Figura 6.Efecto del tiempo de traslocación del glifosato en el porcentaje del bulbo basal madre dañado de *E.rotundus*.

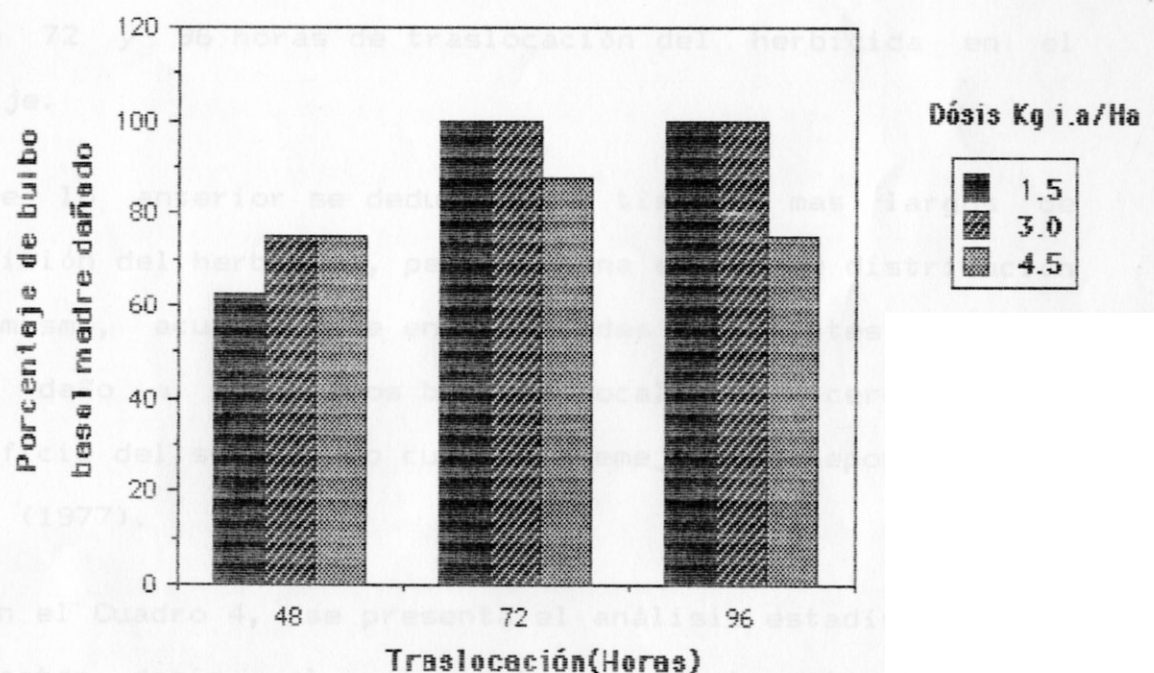


Figura 7.Efecto de dosis y tiempo de traslocación del glifosato en el porcentaje de daño de bulbos basales madre de *E.rotundus*.

miento. El cual es susceptible al daño de glifosato, por su gran actividad metabólica.

### 3.2.2 BULBO BASAL

El tiempo de traslocación tuvo un efecto lineal positivo, (Figura 8) indicando que conforme se incrementa el tiempo de traslocación, se aumenta el porcentaje de bulbos dañados en 44.78, 58,02 y 67,48 para 48, 72, 96 horas de traslocación respectivamente. Se observa (Cuadro 4) un efecto significativo para el tiempo de traslocación (ANDEVA  $F = 9.16$ ,  $gl = 2-63$   $P < 0,05$ ). En el mismo, se aprecian los valores medios del porcentaje de bulbos basales dañados sometidos a la Prueba de DUNCAN, encontrándose que no existen diferencias entre 72 y 96 horas de traslocación del herbicida en el follaje.

De lo anterior se deduce, que tiempos mas largos de exposición del herbicida, permitió una eficiente distribución del mismo, acumulándose en cantidades suficientes para producir daño a los bulbos basales localizados cerca de la superficie del suelo, lo cual se asemeja a lo reportado por Solís (1977).

En el Cuadro 4, se presenta el análisis estadístico para el factor dosis, el cual muestra un efecto significativo. (ANDEVA,  $F = 4.08$ ,  $gl = 2-63$   $P < 0.05$ ). Además, se observan los promedios del porcentaje de daño producido por dosis,



indicando que existe un incremento en el daño hasta dosis de 3,0 kg i.a/ha del herbicida y que dosis superiores disminuyen el efecto sobre estas estructuras. Sin embargo, la prueba de DUNCAN, no mostró diferencias significativas entre de 3,0 y 4,5 kg i.a/ha de glifosato.

Cuando analizamos la combinación de los factores dosis y tiempo de traslocación encontramos que dosis de 1,5 kg i.a/ha y tiempos de traslocación de 48 horas provocaron el menor daño en los bulbos basales 25%, y fue significativamente diferente a los demás tratamientos, según la prueba de DUNCAN (Cuadro 4).

De estos resultados se desprende que el mayor efecto sobre bulbos basales ocurre con dosis de 3 kg i.a/ha del herbicida y tiempos de traslocación de 96 horas. Sin embargo, dosis de 1.5 kg i.a/ha y tiempos de exposición del producto de 96 horas ofrecen un buen efecto sobre estas estructuras.

El análisis de la interacción dosis por tiempo de traslocación (Cuadro 4), muestra un efecto significativo. Se observa (Figura 9) que dosis más altas requieren menor tiempo para que una cantidad suficiente de glifosato se acumule en bulbos basales, tiempos de traslocación mas prolongados reducen su efecto.

A pesar de que el bulbo basal tiene una gran actividad metabólica, ya que produce rizomas, raíces y brotes el

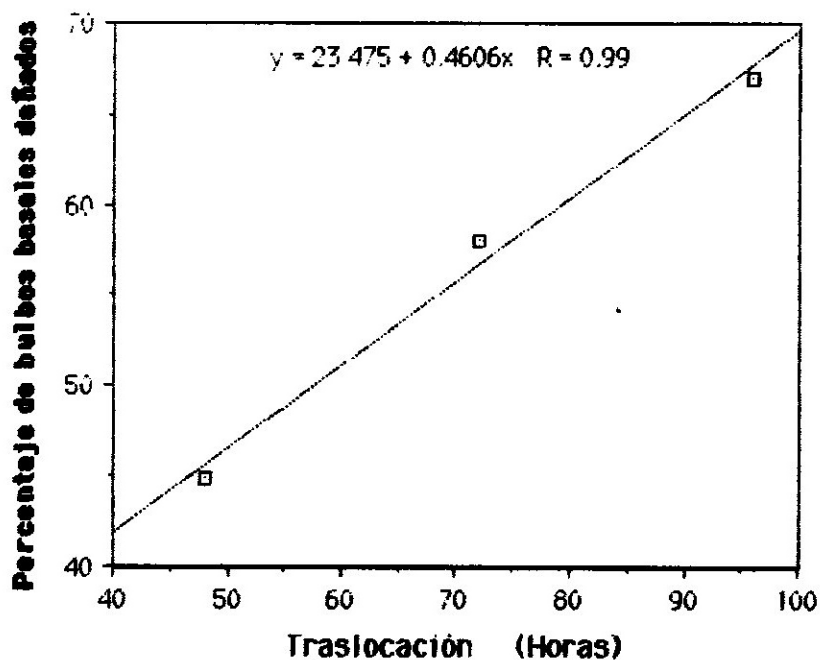


Figura 8. Efecto del tiempo de traslocación del glifosato en el porcentaje de bulbos basales dañados de *C. rotundus*.

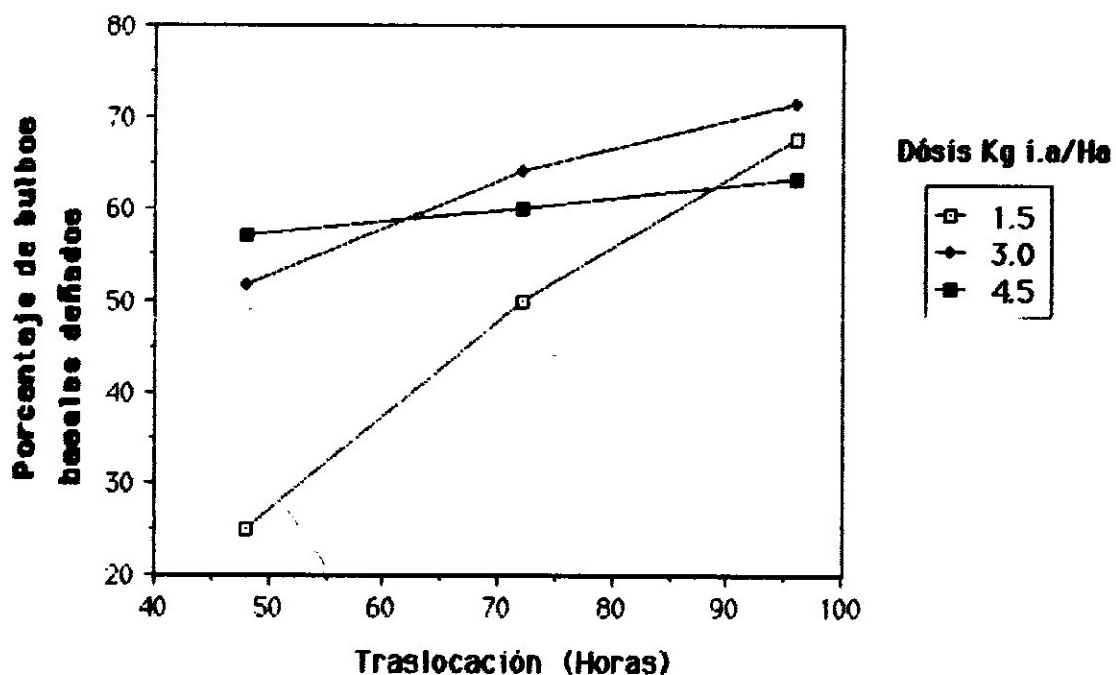


Figura 9. Efecto de la interacción dosis vrs traslocación en el porcentaje de bulbos basales dañados de *C. rotundus*.

control no fue tan consistente como en los bulbos basales madre, que se incrementó en 51,33 %, debido posiblemente a un efecto de traslocación diferencial en estas estructuras que se encontraban distantes en la cadena, y que todavía no habían formado follaje (Figura 3).

CUADRO 4. RESULTADOS DE ANDEVA Y SEPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS, DOSIS Y TIEMPO DE TRASLOCACION DEL PORCENTAJE DE BULBOS BASALES DANADOS EN PLANTAS DE *C. rotundus* DE 35 DIAS DE EDAD.

		TIEMPO DE TRASLOCACION (HORAS)			
		48	72	96	
Dosis Kg. i.a /ha.	1.5	1/ 25      b	50      a	67.68      a	47.56      b
	3.0	51.66      a	64.08      a	71.37      a	67.37      a
	45	57.68      a	60.0      a	63.3      a	60.16      a
		44.78      b	58.02      a	67.48      a	interac. 2.56*

4.09\*

9.11\*\*

C.V. = 30 %

\* Significancia  $P < 0.05$ \*\* Significancia  $P < 0.01$ Medias con letras iguales no difieren entre sí, según Prueba de DUNCAN  $P < 0.05$ 

1/ Datos transformados a arco seno Porcentaje

Por otro lado, debe considerarse también que los rizomas nuevos carecen de vaina protectora en su sistema vascular, como informa Holl et al (1976). Es posible que esta característica redujera el transporte y acumulación del glifosato en los bulbos basales distantes en la cadena, por efecto del

daño que este pudo provocar en el tejido conductor del rizoma.

Es importante señalar que no se encontró bulbos basales brotados, pero sí intactos a los 60 días.

Del análisis de los bulbos basales, se desprende que cadenas jóvenes y pequeñas formadas en el C. rotundus a los 35 días son susceptibles al glifosato.

Los tubérculos provenientes de coyolillo de 15 y 35 días y bulbos basales sin tratar con glifosato, mostraron un alto porcentaje de brotación en los primeros 15 días después de replantados (Figura 10).

### 3.3 TUBERCULOS Y BULBOS BASALES INTACTOS

Se entiende como tubérculos y bulbos basales intactos aquellas estructuras que aparentemente estaban sanas, pero que no brotaron.

Las causas de este reposo pueden ser de dos tipos exógenas y endógenas, en nuestro estudio fue provocado por efecto del glifosato, que pudo actuar como inhibidor exógeno.

#### 3.3.1 TUBERCULOS INTACTOS

La inhibición de tubérculos madre de 15 días de crecimiento (35%), fue menor a las obtenidas en plantas de 35 días (64%) Figura 11. Además de la misma figura se desprende que

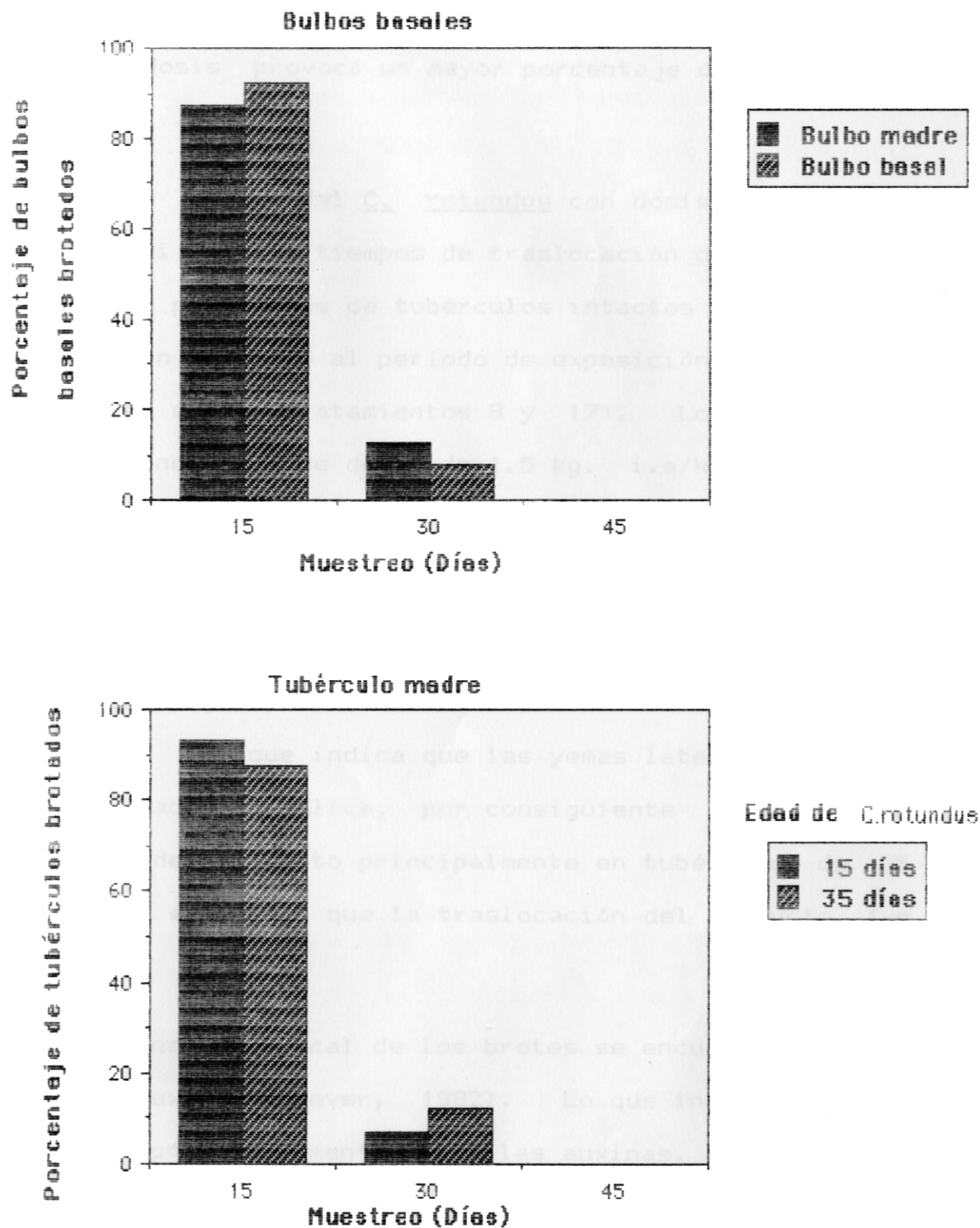


Figura 10. Brotación del tubérculo madre en plantas de \*15 y 35 días y bulbos basales de *C. rotundus* sin tratar con glifosato. \*Promedio de dos experimentos

tiempos de traslocación de 48 horas en combinación con las diferentes dosis provocó un mayor porcentaje de tubérculos intactos.

En ambas edades del *C. rotundus* con dosis de 4.5 kg i.a/ha de glifosato y tiempos de traslocación de 96 horas se incrementó el porcentaje de tubérculos intactos (Tratamientos 9 y 18), con respecto al período de exposición de 72 horas con la misma dosis (Tratamientos 8 y 17). Los resultados anteriores indican que dosis de 1.5 kg. i.a/ha inhiben un porcentaje mayor de tubérculos, conclusiones similares obtuvo Doll y Piedrahita (1981).

Seguramente, cuando se aplicó el glifosato algunos tubérculos estaban bajo el efecto de inhibición correlativa de la yema apical, lo que indica que las yemas laterales tienen poca actividad metabólica, por consiguiente existió poca acumulación de glifosato principalmente en tubérculos de 35 días, donde suponemos que la traslocación del producto fue menor.

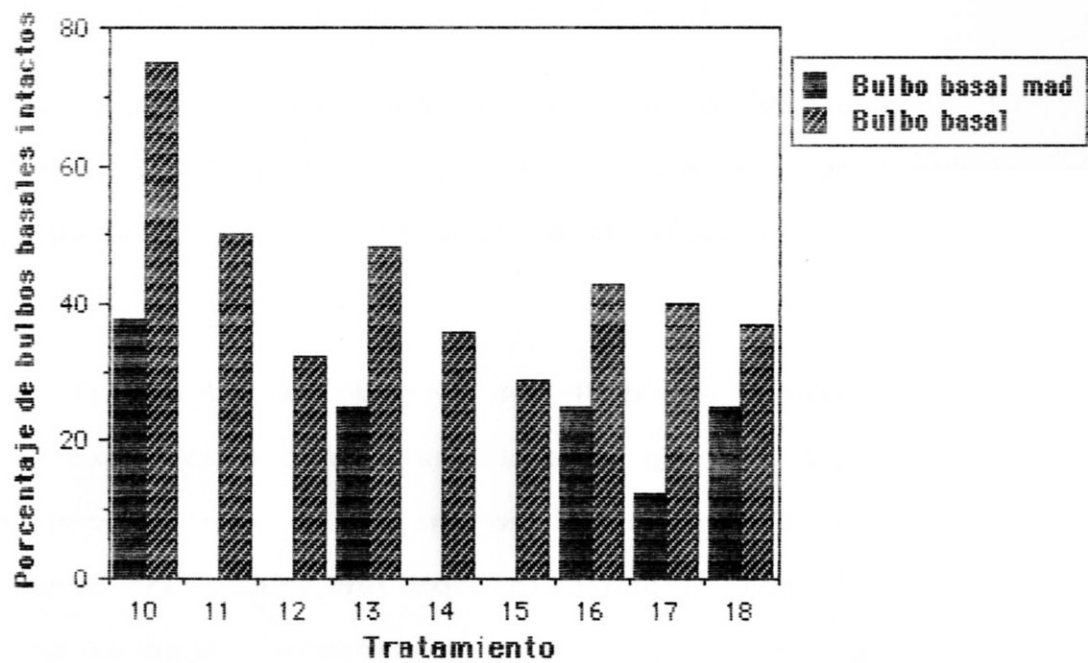
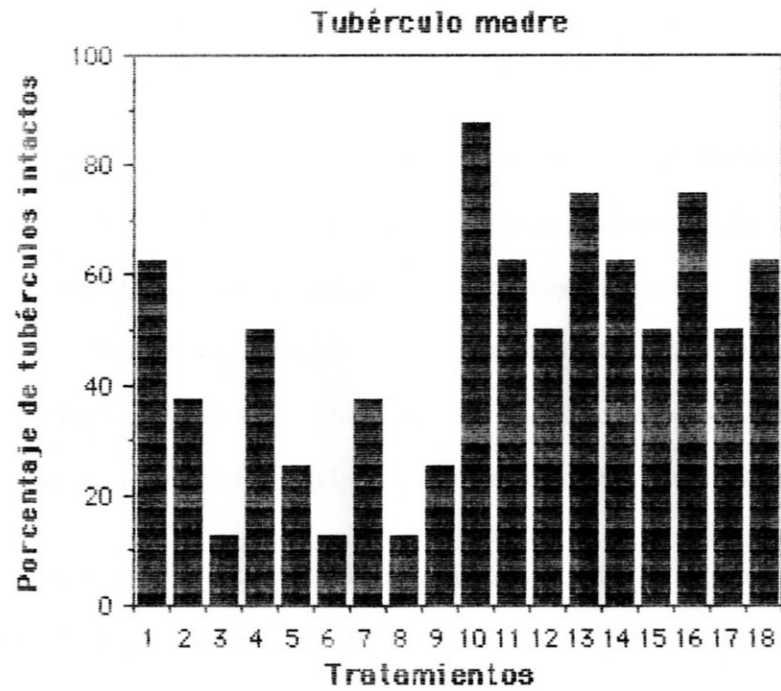
Esta dominancia apical de los brotes se encuentra regulada por las auxinas (Weever, 1982). Lo que indica que el herbicida actuó posiblemente sobre las auxinas. Pero el bajo nivel de citoquininas que existen en los tubérculos (Solís, 1978), no indujo el brotamiento, produciendo una inhibición total.

### 3.3.2 BULBOS BASALES INTACTOS

En la Figura 11 se aprecian los resultados para el porcentaje de bulbos basales intactos. En la cual observamos en todos los tratamientos una reducción en el porcentaje de bulbos basales madre intactos en relación a los bulbos basales. En ambas estructuras, se obtiene la mayor disminución con dosis de 1.5 kg. i.a/ha de glifosato y tiempos de traslocación de 48 horas. El aumento de bulbos basales, se debe a que puede surgir directamente a varias distancias de las cadenas, lo que justifica la traslocación diferencial del herbicida, transportando posiblemente menos herbicidas hacia las estructuras subterráneas distantes.

Los resultados de tubérculos y bulbos basales indican un mayor incremento de los tubérculos intactos, lo que se puede realacionar con la ausencia de yemas de reposo en el bulbo basal.

Esta dormancia secundaria como la denomina Pohlman (1984), inducida posiblemente por el glifosato y que produjo tubérculos y bulbos basales aparentemente sanos, frescos y viables, debe ser considerada, una vez que termine la acción residual del herbicida, ya que la recuperación de C. rotundus puede ser mas agresiva y provocar altas abundancias en tiempos relativamente cortos.



**Figura 11.** Efecto de dosis y tiempo de traslocación del glifosato sobre tubérculos de 15 y 35 días y bulbos basales intactos de *C. rotundus*.



### 3.4 EFECTO DEL GLIFOSATO SOBRE LA BROTAION DE TUBERCULOS MADRE DE 15 DIAS DE CRECIMIENTO

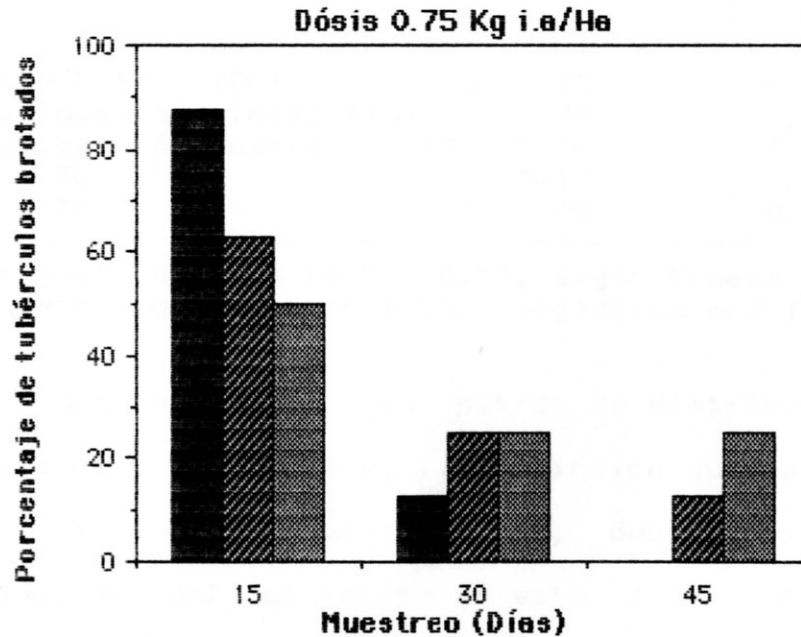
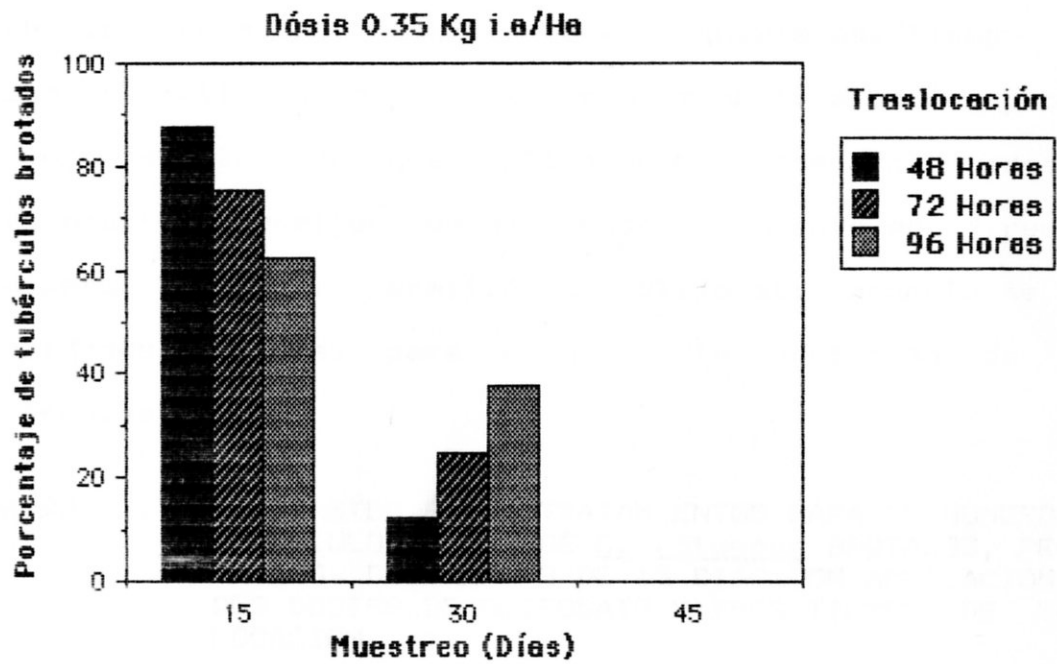
Anteriormente analizamos el efecto de diferentes dosis de glifosato sobre el daño de las estructuras subterráneas del *C. rotundus*, los resultados obtenidos indican que no existió brotación durante 60 días después del tratamiento. Sin embargo, dichas dosis, inclusive aplicando 1.5 kg i.a/ha, significa una inversión alta por el costo de este producto.

Considerando estos resultados, utilizamos dosis de 0.35 - 0.75 kg i.a/ha de glifosato para estudiar cual sería sus efectos sobre el comportamiento de los tubérculos de *C. rotundus*, y analizar las posibilidades de utilizar estas concentraciones en el manejo de esta especie.

En este experimento el análisis de contrastes (Cuadro 5) del brotamiento del tubérculo madre, no mostro efecto significativo para las dosis y tiempos de traslocación del glifosato.

En la figura 12, se observa que 48 horas seguidas de 72 horas de exposición con ambas dosis de glifosato provocaron una mayor brotación en los primeros 15 días debido seguramente al lento transporte del herbicida hacia los tubérculos producto de la baja concentración.

Con lapsos de traslocación de 96 horas se experimentó una disminución de brotación. Lo que se puede atribuir, a que el



**Figura 12.** Efecto de dosis de glifosato y tiempos de traslocación sobre la brotación de tubérculos madre de *C. rotundus*.

herbicida en estas concentraciones requiere ese tiempo para llegar a sitios de mayor actividad metabólica donde produce su mejor efecto. Lo que implica que tiempos prolongados de traslocación permiten un eficiente movimiento en dirección basípeta lo cual permitió al glifosato acumularse en cantidades mayores para retardar la brotación de los tubérculos.

CUADRO 5. CONTRASTES ENTRE TRATAMIENTOS PARA EL NUMERO DE TUBERCULOS MADRE DE *C. rotundus* BROTADOS, PROCEDENTES DE PLANTAS DE 15 DIAS CON APLICACION DE DOS DOSISS DE GLIFOSATO Y TRES TIEMPOS DE TRASLOCACION.

Factor de Variación	Valores de Z calculado		
	15	3	45(días)
Dosis Lineal (DL)	- 0.22	- 0.76	- 0.95
Traslocación Lineal (TL)	0.78	- 0.39	- 0.95
Traslocación Cuadrática (TC)	0.14	0.87	----
DL x TL	0.13	0.39	----
DL x TC	0.09	0.87	----

\* Significancia a la  $P < 0.05$ , según Prueba de Z.  
1/ Datos con transformación logística modificada.

Sin embargo; este patrón de distribución, y con las dosis de 0.35 y 0.75 kg i.a/ha indica que las yemas sobreviven cerca de la planta madre, debido posiblemente a una reducción del glifosato en esta área. Estos resultados, difieren a los reportados por Arias (1977), Doll y Piedrahita (1981) y Solís (1978), quienes encontraron la menor brotación a las 48 horas de traslocación. Esas contradicciones, pueden ser debido, a los diferentes ecotipos de *C. rotundus*, fase de

crecimiento, cuando se aplicó el herbicida.

En la Figura 12, se aprecia que las dosis de 0,35 y 0.75 kg i.a/ha con exposiciones de 96 horas del herbicida en el follaje la brotación se incrementa, a los 30 días después de la resiembra. En tanto que con dosis de 0.75 kg. i.a/ha, la brotación de tubérculos es más lenta encontrándose inclusive a los 45 días después del tratamiento (Figura 12), es posible que este efecto sea un debilitamiento de las yemas del tubérculo, como lo indica Arias (1977) y Doll (1975).

Las dosis de 0,35 y 0,75 kg i.a/ha no reducen considerablemente la brotación, lo que coincide parcialmente con lo que informa Doll (1977), quien no encontró reducción significativa con dosis de 0,5 kg i.a/ha.

Nuestras observaciones indican, que los tubérculos con dosis de 0,35 kg i.a/ha, provocaron el brotamiento de 6 yemas laterales promedio por tubérculo y 4 con dosis de 0.75 kg i.a/ha. Estos resultados son sorprendentes, si consideramos el modo de acción del glifosato en el coyolillo. Sin embargo; Coupland y Casey (1975) citado por Arias (1977) informan que dosis de 0.3 kg. i.a/ha sobre Agropyron repens incrementó el número de rebrotes.

En ningún caso se encontró necrosis en las yemas de los tubérculos, además los brotes afectados con el glifosato mostraron malformaciones foliares, como manchas blancas y

estriadas, retardo en el crecimiento. Los brotes provenientes de tubérculos de plantas testigo presentaron brotes vigorosos. En ningún tratamiento se observó tubérculos inhibidos.

Los tubérculos de C. rotundus, se caracterizan por la dominancia apical provocando en las yemas laterales la latencia. Este reposo es controlado por mecanismos hormonales (Weever, 1976), y el desbalance de inhibidores y promotores determinan el inicio como la finalización del reposo.

Con el intento de buscar una explicación a la brotación de varias yemas del tubérculo, se puede plantear la hipótesis que las dosis utilizadas de glifosato, provocaron el desencadenamiento que modifica el balance entre promotores e inhibidores, principalmente si consideramos la posibilidad de que tubérculos jóvenes (15 días de crecimiento) tenga un mayor grado de reguladores de crecimiento (Citoquininas, Giberelinas), los cuales conducen a un desbalance en el complejo inhibidor, favoreciendo a los promotores. Es decir que posiblemente el desplazamiento descendente de las auxinas se bloquió con dosis bajas, provocando el brotamiento de yemas laterales. Solís (1978) y Leiber et al (1982), plantean al respecto, que al romperse la cadena, la concentración de sustancias inhibidoras disminuye, promoviendo así el brotamiento.

Estos resultados nos sugieren la posibilidad de utilizar glifosato en bajas dosis, para promover la brotación de un máximo de yemas por tubérculos y posteriormente usar un método de control que elimine el débil follaje, o la utilización de cultivos de rápido crecimiento que provoquen sombreo al C.rotundus

## CONCLUSIONES

- No se observó evidencia de formación de tubérculos en la cadena a los 35 días de crecimiento del C. rotundus.
- Hubo un mejor control de tubérculos madre procedentes de plantas de 15 días de crecimiento que en plantas de 35 días (en floración).
- Se encontró un control efectivo con todas las dosis utilizadas en plantas de 15 y 35 días de edad. Dosis de 1,5 y 3,0 kg i.a/ha de glifosato requieren 96 horas para producir el mayor daño en los tubérculos y con 4,5 kg i.a/ha, 72 horas.
- Dosis de 1,5 kg i.a/ha con 72 de glifosato, produjeron el mayor porcentaje de bulbos basales madre dañados y con 3,0 kg. i.a/ha y 96 horas, en bulbos basales.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el bulbo basal puede jugar un papel importante en la acumulación y traslocación del herbicida hacia las estructuras subterráneas.
- Se incrementó el porcentaje de inhibición en ambas fases de crecimiento del C. rotundus y bulbos basales con dosis de 1,5 kg. i.a/ha del herbicida y tiempos de traslocación de 48 horas.
- Aparentemente el glifosato no afectó las yemas en estado

de inhibición correlativa de algunos tubérculos, incrementando el porcentaje de tubérculos intactos.

- Dosis de 4,5 kg i.a/ha y tiempos de traslocación de 96 horas disminuyen el porcentaje de tubérculos y bulbos basales dañados.
- Se estableció que tiempos de traslocación de 48 horas en dosis de 0,35 y 0,75 kg i.a/ha, produjeron la mayor brotación de las yemas laterales de tubérculos de 15 días de crecimiento.



## RECOMENDACIONES

- Se sugiere la utilización del glifosato en áreas altamente infectadas, siempre y cuando se integre a un manejo de malezas planificado.
- Una recomendación práctica en áreas con alta abundancia de C. rotundus, sería la utilización de cero o mínima labranza, posteriormente aplicar riego para que brote el mayor número de tubérculos y cuando las plantas de coyolillo emitan la quinta hoja, aplicar 1.5 kg. i.a/ha de glifosato, o provocar la brotación con dosis de 0.35 kg. i a/ha en 300 litros de agua y posteriormente sembrar un cultivo agresivo de crecimiento rápido que provoque sombra.
- Los tubérculos y bulbos basales que se encontraban intactos, es necesario hacerle un tratamiento con ácido giberélico para inducir la brotación, determinando de esta manera si están viables o muertos.

## LITERATURA CITADA

1. ANTHON, F.M. and A. CRAFTS. 1981. Modo of action of herbicidas. 2da. ed. Wiley & Sons. New York pp. 236-253.
2. ARIAS, A. 1977 Dosis y tiempos de traslocacion del glifosato en el control de coyolillo. (C. rotundus L.). Tesis de Ing. Agr. San Jos, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomia. 61 p.
3. CAMBELL, M.H. 1974. Effects of glyphosate on the germination and estableishment of surfaceseon pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Hus bandry 14(69). pp 557-560.
4. CHACON SOTO, A. 1978. Dosis y numero de aplicaciones de glifosato para el control del coyolillo (Cyperus rotundus L.). Tesis Ing. Agr. San Jos, Costa Rica, Universidad Facultad de Agronomia. 45 p.
5. COX, D.R. 1979. Analysis of binary data. 1a. ed. Editorial Chapman and Hall. pp 30-41.
6. DE LA CRUZ, R. y A. MERAYO. 1988. El Cyperus rotundus en algunas áreas agricolas tropicales. Proyecto manejo integrado de plagas. CATIE. Honduras pp 1-5
7. DOLL, J. 1975. Control de malezas. En informe anual de labores del Centro internacional de Agricultura tropical. CIAT. pp G 32, G 37.
8. ----- and W. PIEDRAHITA. 1982. Effect of glyphosate on the sprouting of Cyperus rotundus L. tubers. Weed Research. (22) (3). pp. 123-128.
9. GAMBOA, W. 1987. Comportamiento biologico del coyolillo Cyperus rotundus L. bajo las condiciones ecologicas de Managua, Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Produccion Vegetal. 47 p.
10. ----- y J. POHLAN. 1988. Resultados preliminares sobre la influencia de la labranza, cultivos y controles de Cyperus rotundus L. En revision. Turrialba, Costa Rica.
11. ----- y J. VANDERMEER. 1987. Comportamiento biologico

- del Cyperus rotundus L. Fases fenologicas, dinamica del crecimiento y capacidad reproductiva. En Prensa. Manejo Integrado de Plagas. CATIE.
12. HOLLM, L. G. PLACKENETT, D. L., PANCHO, J. V. 1978. Cyperus rotundus L. Cyperaceas, Familia de los Cyperus. Boletin Informativo. FAO. 26(3):73-92.
  13. LEIHNER, D. DOLL, J. y E. FUENTES DE PIEDRAHITA. 1982. El coquito (Cyperus rotundus L.) biologia y control. Guia de estudio. Cali, Colombia. pp. 387-394.
  14. PEDROZA, H. 1989. Influencia del tamaño y forma de la parcela experimental, sobre la exactitud de los datos experimentales en comparacion varietal en el cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum) en el Valle de Sebaco. No publicado.
  15. POHLAN, J. 1984. Arable farming 3/4. Weed control. Institute of Tropical Agriculture. Plant Production Section. German Democratic Republic pp:21-26.
  16. SOLIS, P. 1978. Efecto de la edad de la planta, la dosis tiempo de traslocacion y la dominancia apical en el control C. rotundus, con glifosato. Tesis. Ing. Agr. San Jos, Costa Rica. Universidad, Facultad Agronomia. 47P
  17. SOTO, A. 1976. Efecto de dosis y numero de aplicaciones de glifosato en coyolillo (C. rotundus). Informe anual de labores de la Estacion Experimental Agricola Fabio Baudrid Moreno. Universidad de Costa Rica. pp:134-137.
  18. WEEVER, J. 1982. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 1er Edicion. Editorial trillas. Mexico. pp. 17-141.
  19. WILLS, G. A. and G. A. BRISCOE. 1970. Anatomy of purple nutsedge. Weed Science 18(5):631-635.
  20. ZANDSTRA, B. H. and R. J. NISHIMOTO. 1977. Movement and activity of glifosphate in purple nutsedge. Weed Science 25 (3):268-274.